UNIVERSITE SCIENTIFIQUE
ET MEDICALE DE GRENOBLE

Année 1973

N° d'Ordre : 35

LESIONS TRAUMATIQUES PAR HYPER-FLEXION DORSALE DU PIED CHEZ LE SKIEUR

THESE

présentée

à la Faculté de Médecine

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

par

Monsieur Alain GUILLAUD

né à : LES ECHELLES (Savoie)

soutenue publiquement le 1er Juin 1973 devant la Commission d'Examen :

MM. F. CALAS Président

Y. BOUCHET

J. BUTEL

Dr. P. TRUCHET

UNIVERSITE SCIENTIFIQUE
ET MEDICALE DE GRENOBLE

Année 1973 N° d'Ordre :

LESIONS TRAUMATIQUES PAR HYPER-FLEXION DORSALE DU PIED CHEZ LE SKIEUR

THESE

présentée

à la Faculté de Médecine

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

par

Monsieur Alain GUILLAUD
né à : LES ECHELLES (Savoie)

soutenue publiquement le 1er Juin 1973 devant la Commission d'Examen :

MM. F. CALAS Président

Y. BOUCHET

J. BUTEL

Dr. P. TRUCHET

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Je dédie ce travail

A MES GRANDS-PARENTS,

avec toute mon affection.

A MON PERE et A MA MERE,

En témoignage de ma profonde affection
et de ma grande reconnaissance.

A MA FEMME,

A MES ENFANTS,

A MON FRERE, A MES SOEURS, BEAUX-FRERES et BELLES-SOEURS.

A MES BEAUX-PARENTS.

A TOUTE MA FAMILLE.

A TOUS MES AMIS.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE,

Monsieur le Professeur F. CALAS

Il nous a fait le grand honneur de bien vouloir accepter la présidence du jury de notre thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici le témoignage de nos sincères remerciements et de notre profonde gratitude.

A NOS JUGES

Monsieur le Docteur Y. BOUCHET
Maître de Conférences Agrégé

Monsieur le Docteur J. BUTEL
Maître de Conférences Agrégé

Nous ayant accueilli avec grande amabilité, ils ont bien voulu accepter de nous juger.

Qu'ils trouvent ici l'expression de nos sentiments très respectueux et très reconnaissants.

A Monsieur Le Docteur Pierre TRUCHET

Chirurgien au Centre Hospitalier de CHAMBERY

Au cours du semestre passé dans son service, nous avons eu la chance de bénéficier de son enseignement. Il nous a fait profiter de sa grande expérience en matière de traumatologie.

Il nous a fait l'honneur de nous confier et nous guider dans l'élaboration de ce travail, et nous avons été sensible à cette marque d'estime.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de nos sincères remerciements et l'assurance de notre respectueux dévouement.

A NOS MAITRES DU CENTRE HOSPITALIER DE CHAMBERY

- Monsieur le Docteur BARJHOUX
- Monsieur le Docteur BLANCHARD
- Monsieur le Docteur BELLY
- Mademoiselle le Docteur BOURGEOIS
- Monsieur le Docteur LANCON
- Monsieur le Docteur GILBERTAS
- Monsieur le Docteur STEPHANINI
- Monsieur le Docteur TRUCHET

A NOS MAITRES DU CENTRE HOSPITALIER DE ROANNE

- Monsieur le Docteur AMBRE
- Monsieur le Docteur BUISSON
- Monsieur le Docteur de BARIN
- Monsieur le Docteur DUC
- Monsieur le Docteur FUMOUX
- Monsieur le Docteur GLIERE
- Monsieur le Docteur GOUTORBE
- Monsieur le Docteur LAVOIPIERRE
- Monsieur le Docteur MALLURET
- Monsieur le Docteur VOLLE

Qu'ils trouvent ici l'expression de notre gratitude pour l'enseignement dont ils nous ont fait bénéficier au cours de nos années passées dans leur service.

A tous nos camarades de l'Internat de CHAMBERY

et à ceux de l'Internat de ROANNE

Avec l'espoir de maintenir avec eux une sincère amitié.

I N T R O D U C T I O N

Connu depuis 2.500 ans avant Jésus Christ, le ski n'a commencé à être pratiqué comme sport que depuis moins de 100 ans.

Ce sont HENSEHEN en 1899, puis EKENBONN en 1901 et LEGRAND en 1903 qui les premiers parlèrent des lésions causées par les sports d'hiver.

La pratique du ski a bénéficié depuis une quarantaine d'années d'une prodigieuse extension. En effet le nombre des participants croit chaque année de 10 %. La Fédération Française de Ski compte cette année 600.000 adhérents.

Skier apporte d'immenses satisfactions à ses adeptes. Mais hélas, les risques existent; ceux-ci se comprennent facilement si l'on se rappelle que des vitesses de 80 à 90 km/heure (parfois supérieures à 100 km/heure en compétition) sont souvent atteintes sur les pistes, et que des dénivelés de 5 à 6 000 mètres avec des parcours de 40 à 50 kms sont aujourd'hui les performances quotidiennes normales d'un bon skieur.

Les techniques et le matériel ont considérablement évolué. Leurs améliorations ont fait diminuer le nombre des accidents. Parallèlement nous avons pu constater une modification de la nature des accidents.

Dans notre travail, nous étudierons les lésions dues à l'hyper-flexion dorsale du pied au cours des accidents de ski.

LESIONS TRAUMATIQUES PAR HYPER-FLEXION DORSALE DU PIED CHEZ LE SKIEUR

I - RAPPEL DES GRANDES LESIONS TRAUMATIQUES DU SKIEUR.

II - MECANISMES FAVORISANT L'HYPER-FLEXION DORSALE DU PIED.

III - NATURE DES LESIONS.

IV - PREVENTION ET SECURITE.

I - RAPPEL DES GRANDES LESIONS TRAUMATIQUES DU SKIEUR.

L'étude de ces lésions traumatiques nous amène à distinguer trois périodes.

I .- Avant 1940 :

Les lésions le plus souvent rencontrées étaient les fractures de la malléole externe, les fractures spiroïdes de jambe, les entorses du genou, et les entorses tibio-tarsiennes.

II.- De 1940 à 1954 :

Le travail le plus complet concernant cette période a été présenté par le Professeur ALLARIA de Cortina d'Ampezzo aux Journées Internationales de Traumatologie du Ski de Chambéry Courchevel en 1954. Sa statistique constitue la base des travaux modernes pour les accidents de ski.

A/- Les traumatismes du membre inférieur :

Ils représentent 74,6 % des lésions totales. On trouve les fractures spiroïdes de jambe, les fractures de la malléole externe et les entorses de la cheville.

On remarque que le nombre des fractures de la malléole externe diminue par rapport au nombre des fractures spiroïdes de jambe. Le pourcentage des entorses du genou augmente et représente 29,5 % des lésions du membre inférieur.

ALLARIA, dans sa statistique, présente 74 cas de fractures et entorses du cou-de-pied. Il cite enfin de rares mais non exceptionnelles fractures du fémur.

B/- Les traumatismes du membre supérieur :

Ce sont surtout des lésions de l'épaule : entorses et contusions; luxation antéro-interne et sous-glénoïdienne; luxation associée à une fracture du trochiter. On trouve également des fractures de Pouteau, des fractures des métacarpiens, des luxations du pouce.

C/- Les lésions du rachis :

Elles sont exceptionnelles :
On a pu rencontrer un cas de mort par luxation sous-occipitale (M. TRUCHET).

On trouve également des tassements et des fractures de corps vertébraux. Les fractures du coccyx sont fréquentes chez le débutant.

D/- Les lésions du thorax :

Leur gravité va de la simple fracture de côte au pneumothorax, à l'emphysème et à la plaie pénétrante.

E/- Les lésions non classifiées :

Citons les plaies diverses de gravité variable pouvant aller de la petite plaie linéaire jusqu'à la plaie du rectum ou la plaie du périnée avec rupture de l'urètre. Citons enfin les traumatismes crâniens.

III.- La période moderne :

Nous reprendrons avec MM. TRUCHET et CABAUD une classification des lésions selon le mécanisme qui les a provoquées.

A/- Les lésions provoquées par torsion du membre inférieur :

1°) Articulation tibio-tarsienne : nous retrouvons les lé-

sions classiques : entorse externe ou fracture malléolaire.

2°) Jambe : on retrouve encore les fractures spiroïdes typiques; mais la caractéristique des lésions est de se situer de plus en plus bas sur le squelette jambier.

3°) Genou : ce sont surtout des entorses bénignes ou graves. Les lésions méniscales sont peu fréquentes.

4°) Fémur : les fractures sont rares sans être exceptionnelles.

5°) Les lésions de hanche sont exceptionnelles.

B/- Les lésions provoquées par l'hyper-flexion dorsale du pied :

Elles font l'objet de ce travail.

C/- Les lésions provoquées par un mécanisme mixte :

Torsion associée à une hyper-flexion dorsale du pied : nous évoquerons également ce problème.

D/- Les lésions provoquées par un choc direct entre skieurs ou contre un obstacle :

De nombreuses lésions sont regroupées dans ce paragraphe. Elles sont typiques de la période actuelle. Tous les degrés de gravité peuvent se voir depuis la lésion bénigne jusqu'au traumatisme mortel.

Parmi ces lésions, citons :

. Les lésions du membre supérieur telles qu'elles ont été décrites plus haut;

. Les fractures transversales des os longs par choc direct;

. Les plaies linéaires plus ou moins profondes par coup de carres;

. les plaies de la face; les contusions du larynx, de l'orbite; les hématomes; les fractures du crâne; les contusions et les plaies abdominales.

Ces lésions s'observent avec une plus grande fréquence en raison de l'augmentation du nombre des skieurs, de la dénivellation parcourue, de la vitesse, du nombre et de l'entrecroisement des pistes, de la recherche de pentes de plus en plus raides, de l'intérêt croissant apporté au ski "sauvage" ; enfin l'apparition des vêtements glissants favorisait ces lésions.

II - MECANISME FAVORISANT L'HYPER-FLEXION DORSALE DU PIED.

Le mécanisme de la flexion dorsale du pied chez le skieur paraît au premier abord simple.

En réalité c'est un mécanisme complexe dans lequel interviennent de nombreux éléments.

Notre étude comportera :

- un rappel anatomique,
- un rappel physiologique,
- l'étude des conditions bio-mécaniques,
- rôle de l'équipement du skieur,
- les techniques du ski.

I.- ANATOMIE

Nous décrirons succinctement les différentes régions anatomiques atteintes dans l'hyper-flexion dorsale du pied.

A.- L'extrémité inférieure du tibia (ou pilon tibial)

Prolongeant la diaphyse tibiale, elle présente 5 faces :

. face antérieure : lisse, régulière, plus large en base qu'en haut, elle se continue avec la face externe de l'os.

. face postérieure : elle continue la face postérieure de la diaphyse; elle présente deux gouttières obliques en bas et en dedans.

. face externe : elle est constituée par le dédoublement du bord externe de l'os.

. face interne : oblique en bas et en dedans, elle se prolonge par la volumineuse malléole interne.

. face intérieure ou articulaire :elle contribue à la constitution de la mortaise tibio-péronière. Elle présente une forme quadrilatère plus large transversalement que dans le sens antéro-postérieur, plus large en avant qu'en arrière. Elle se continue en dedans par la facette articulaire malléolaire tibiale.

L'irrigation sanguine du pilon tibial est richement assurée par un réseau anastomotique constitué par les artères, branches des artères tibiales antérieures et postérieures, auxquelles se joignent encore les rameaux terminaux antérieurs et postérieurs de l'artère péronière. L'efficacité de cette vascularisation est attestée par l'absence de toute nécrose post-fracturaire, même des minimes fragments. La qualité de la vascularisation osseuse à ce niveau contraste avec celle du revêtement cutané.

Cette zone tibiale est une région particulièrement fragile car elle est caractérisée par un changement de forme et de structure des travées osseuses.

B.- Le col de l'astragale

En avant de la poulie astragalienne, la face supérieure de l'os est représentée par le col de l'astragale obliquement dirigé en dedans et en avant. Il est constitué d'une gouttière irrégulière où va se loger le rebord marginal antérieur du pilon tibial lors des mouvements de flexion de la jambe sur le pied. L'architecture interne de l'astragale met en évidence un système trochléen postérieur ou tibio-calcanéen, un système antérieur ou tibio-scaphoïdien, un système du sustentaculum tali, enfin deux systèmes accessoires. Ceci permet de voir que la zone de moindre résistance se situe au niveau du col de l'astragale.

C.- Le tendon d'Achille

C'est le tendon commun des jumeaux et du soléaire. Continuant

la direction des deux muscles, il se fixe sur la moitié inférieure de la face postérieure du calcanéum. Relativement large à son origine, il se rétrécit légèrement au fur et à mesure; il atteint son minimum de largeur en arrière de l'articulation tibio-tarsienne, puis s'élargit de nouveau pour venir s'insérer sur le calcanéum. Sa longueur est de 5 à 6 cms, sa largeur en arrière de l'articulation tibio-tarsienne est de 12 à 15 mm, son épaisseur à ce niveau de 5 à 6 mm.

Il est souvent doublé par le tendon du plantaire grêle.

II.- PHYSIOLOGIE

Les mouvements de flexion extension au niveau de la cheville.

Selon ALMS, les mouvements de flexion extension ne passent pas par un plan exactement sagittal; mais dans celui de l'axe antéro-postérieur de la poulie astragalienne qui est oblique en avant et en dehors.

L'axe de rotation de la tibio-tarsienne qui lui est perpendiculaire ne correspond pas exactement à la ligne bi-malléolaire. Il s'étend du centre de la malléole interne au bord antérieur de la malléole externe. Ces deux axes forment selon BOPPE un angle ouvert de 8 degrés en dehors.

La mobilité de la tibio-tarsienne n'est possible qu'en raison de la différence entre l'arc de la mortaise et celui de la partie astragalienne puisqu'en fin de course, le tibia ne peut que buter contre le col de l'astragale en avant et contre son tubercule postérieur en arrière, ce qui revient à dire qu'aucune portion de la surface tibiale ne quitte jamais l'astragale, tandis que celui-ci est toujours incomplètement recouvert. L'arc du tibia étant en moyenne de 70 degrés et celui de l'astragale de 120 degrés, l'amplitude de mobilisation de la tibio-tarsienne ne peut donc dépasser 50 degrés. Elle se répartit en 20 degrés de flexion dorsale et 30 degrés de flexion plantaire.

La flexion dorsale est freinée par la mise en tension des faisceaux postérieurs des ligaments latéraux et permet la résistance passive des muscles péroniers latéraux et du triceps.

En flexion dorsale forcée le col de l'astragale arrive au contact du bord antérieur du pilon tibial. Il existe même à ce niveau une petite fossette sur laquelle insiste G'DONOGHUE.

Les mouvements primordiaux de flexion extension sont accompagnés de phénomènes secondaires :

a) La poulie astragalienne étant plus large en avant qu'en arrière, il semblerait que cette disposition doive freiner la flexion dorsale et permettre inversement en flexion plantaire un certain jeu de l'astragale dans la mortaise. En réalité cette opinion ne tient pas compte du rôle essentiel de l'articulation tibio-péronière au cours des mouvements de la tibio-tarsienne. La syndesmose tibio-péronière permet en effet une adaptation constante de la largeur de la mortaise à celle de l'astragale.

En flexion dorsale le péroné s'écarte de 1,5 à 2 mm, de même qu'il décrit un léger mouvement de rotation externe de 2,5 degrés qui fait bailler en avant la tibio-tarsienne.

Si cet élargissement de la mortaise est purement passif, sous l'effet de l'élasticité ligamentaire son rapprochement est actif. La contraction des muscles fléchisseurs et des péroniers rapproche énergiquement le péroné du tibia, rendant le contrôle latéral de l'astragale aussi efficace en flexion plantaire qu'en flexion dorsale.

b) La conformation de l'articulation tibio-tarsienne, trochléenne, fait généralement admettre l'impossibilité à son niveau de tout mouvement autre que ceux de flexion extension. Toutefois, CLOSE a récemment montré par de rigoureuses expériences qu'il existe des petits mouvements de rotation autour d'un axe vertical. En flexion dorsale il se produirait une rotation interne de 5 à 6 degrés du tibia sur l'astragale car la course de la malléole externe sur l'astragale est plus longue que celle effectuée par la malléole interne.

III.- CONDITIONS BIO-MECANIQUES

A.- Les fractures transversales basses.

Pour certains auteurs, cette fracture serait due à l'apparition des chaussures à haute tige; elle se produirait par angulation sur le bord de la chaussure; celle-ci localisant le point d'action des forces, notamment lors des décélérations ou des arrêts brutaux.

Pour nous, bien que souvent ces fractures surviennent à la hauteur du bord de la chaussure, nous ne croyons pas que celle-ci joue un rôle majeur. En effet, il ne faut pas oublier que ces chaussures permettent facilement au skieur d'avoir toute son avancée s'il le désire; c'est-à-dire d'avoir la partie antérieure du pilon tibial au contact du col de l'astragale, donc d'atteindre, même avec les chaussures les plus fermes et les plus dures, la limite de la flexion dorsale du pied physiologiquement acceptable.

Le mécanisme de la fracture transversale peut se comprendre avec la comparaison suivante :

lorsqu'une poutre est soumise à une force F perpendiculaire à son grand axe, il se produit une tension de compression du côté qui a tendance à devenir concave et une tension de traction de l'autre côté. Ces tensions croissent proportionnellement à mesure que l'on s'éloigne de l'axe de la pièce.

Une autre explication simple peut être apportée au mécanisme des fractures par flexion :

si l'on plie une allumette entre les doigts jusqu'à la briser, on obtient des résultats différents selon la prise. Quand les doigts sont très rapprochés les uns des autres, la rupture à peu près transversale présente cependant des irrégularités. Au sommet de l'angle, la substance se dissocie et c'est là qu'apparaît la solution de continuité. De l'autre côté, le bois résiste d'abord et s'écrase ensuite avant de céder.

Si les doigts sont plus espacés, l'allumette étant tenue par ses deux bouts, la brisure est oblique; elle présente des dents de

scie, et la compression du côté concave donne lieu à un troisième fragment. Cette théorie explique les pertes de substance par tassement antérieur.

B.- Les fractures du pilon tibial.

L'étude du mécanisme traumatique et l'analyse des forces mises en jeu apprendront à diminuer les causes d'aaccidents et à assurer juficieusement la restauration des surfaces anatomiques.

Avec W. BANDI, nous allons étudier les forces mises en jeu et leur direction lors d'une course libre et lorsque la course est brutalement freinée en avant.

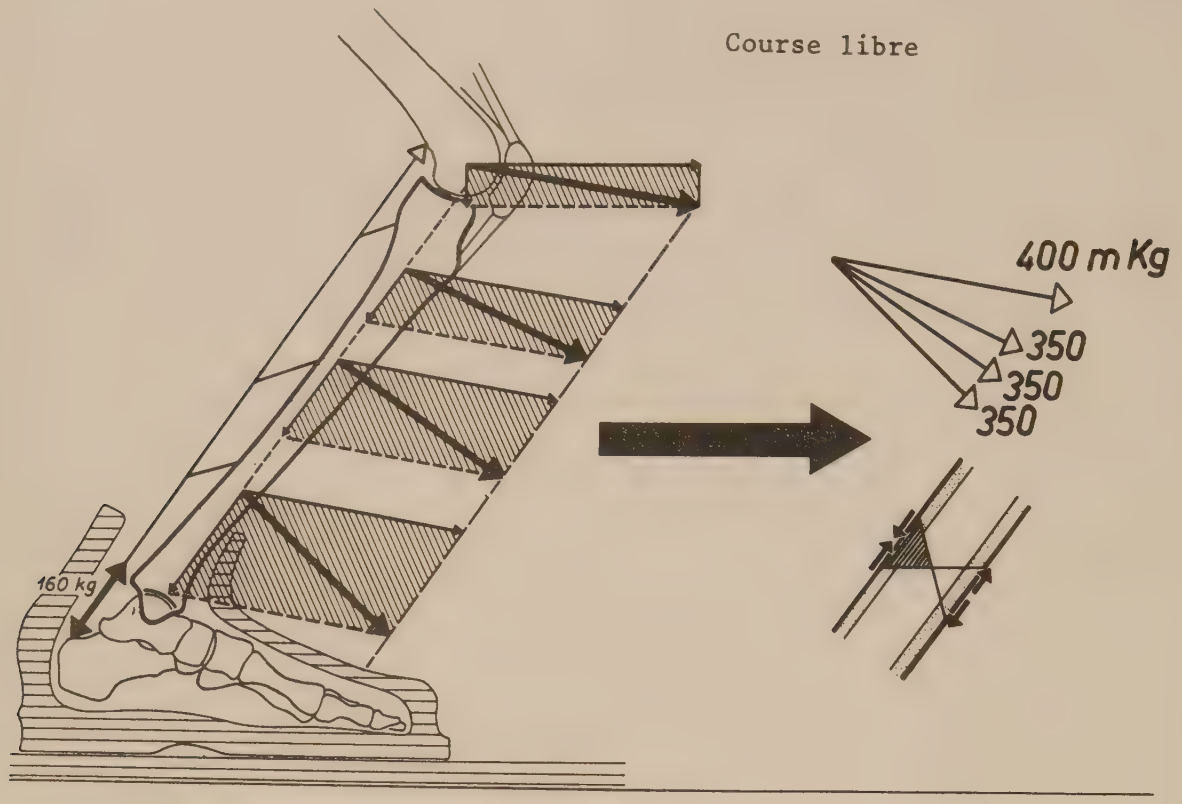
Dans cette étude, nous devrons toujours nous rappeler le rôle capital de la contraction musculaire. M. TRUCHET a pu comparer le squelette jambier au mât d'un bateau dont la solidité propre est insignifiante s'il n'est pas soutenu par des étais et des haubans.

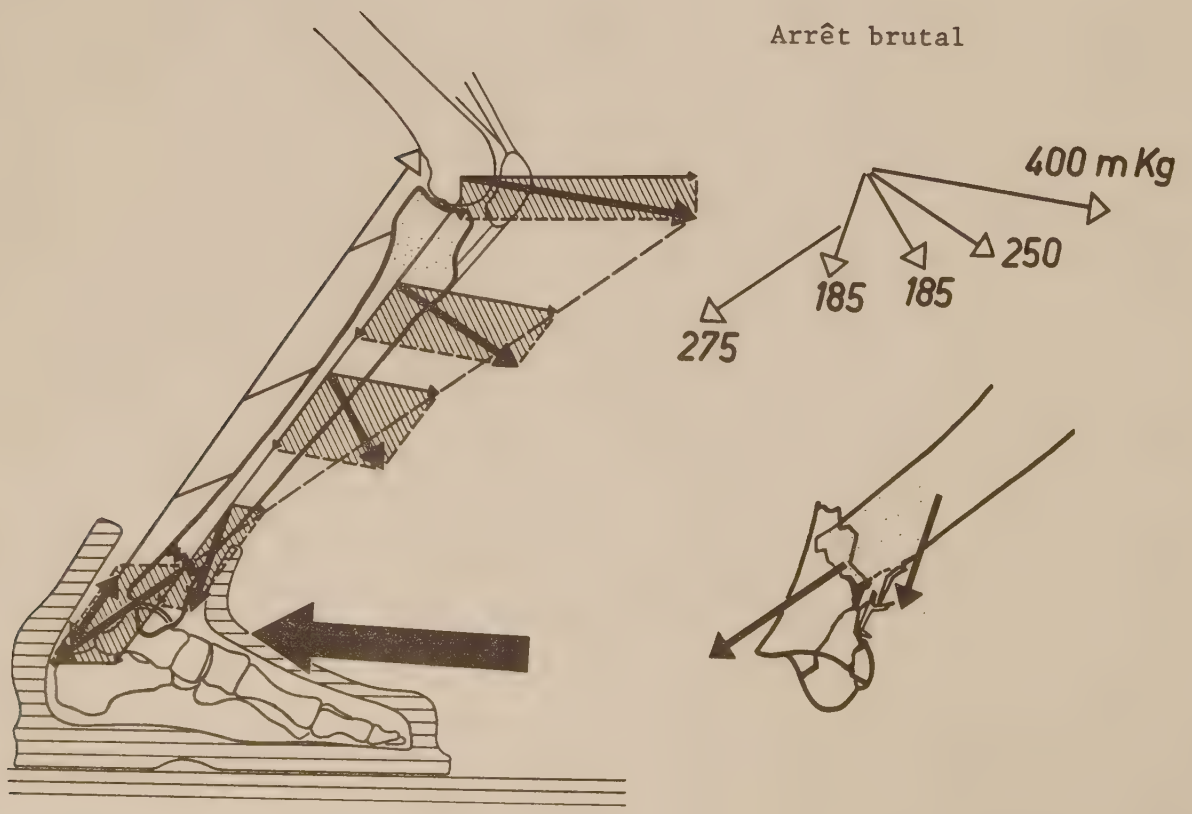
Etudions d'abord le squelette de la jambe et du pied dans la chaussure de ski en position verticale et en hyper-flexion dorsale. Dans cette dernière position, nous sommes immédiatement frappés par l'énorme mise à contribution du tendon d'Achille, et par le point d'appui du bord antérieur du tibia sur le bord antérieur de la chaussure. Le tarse est également très sollicité, en particulier l'astragale.

Lorsque la course est brutalement interrompue, on note au niveau du bord de la chaussure une torsion haute du tibia en même temps qu'une augmentation partiellement passive, partiellement réflexe de mise en tension du tendon d'Achille, traduisant une réaction de défense. Il est donc indispensable de tenir compte de cette action de traction du mollet lors de l'analyse des forces.

Examinons d'abord comment se présentent les vecteurs de force dans une course libre (cf. schéma).

Analyses des faces entrant en jeu lors d'une course libre et lors d'un arrêt brutal. (Selon W. BANDI)





Les quatre parallélogrammes de force représentés dans le schéma, en partant des condyles fémoraux jusqu'à la région supra-malléolaire du tibia, reproduisent d'une part les vecteurs résultants de la force d'élan et d'autre part le poids du corps et l'action du quadriceps sural. Les résultantes, en diagonale, traduisent donc l'importance et la direction de la force potentielle au niveau de la région tibiale, telles qu'elles se produisent en course libre.

Dans le parallélogramme supérieur, nous voyons que la résultante est peu différente du vecteur représentant le sens de la course. Ici le poids du corps est négligeable par rapport à la force déterminée par l'élan.

Plus les parallélogrammes ont une position inférieure, plus l'effet de traction du tendon d'Achille se manifeste. Le schéma montre par conséquent que les résultantes de la puissance du poids du corps et de la musculature du mollet prennent une direction d'autant plus verticale que leur position est basse.

La somme de ces forces exerce, de pair avec l'action de la tension du mollet, une mise à contribution de la diaphyse tibiale, en ce sens que la corticale dorsale se trouve sous pression tandis que la partie antérieure se trouve sous traction.

Etudions maintenant ce qui se passe lors d'un arrêt brutal.

La force d'élan est rapidement ramenée à zéro. Nous considérons comme une entité mécanique le ski, le pied et la chaussure; et le bord supérieur de la chaussure comme base du levier.

La force de l'élan est d'abord réduite à zéro à la hauteur de la base du levier, alors qu'au niveau du genou elle continue d'agir du fait de l'inertie (cf. schéma).

La force de l'élan perd, par conséquent, de son intensité initiale jusqu'à zéro, à partir du genou jusqu'à la base du levier.

Par contre, l'effet de traction du quadriceps sural ou du

tendon d'Achille reste identique ou peut même s'élever au moment de la chute.

Il s'ensuit que les résultantes des forces se modifient considérablement au niveau du tibia. Tout en ayant une valeur décroissante, elles prennent une position nettement et progressivement plus inclinée vers le bas.

Alors que dans la course libre, la résultante proximale et la résultante distale forment un angle de 36 degrés, le même angle mesure 100 degrés lors de la chute en avant.

Au fragment distal, la résultante amène une direction dorso-distale. Ceci explique qu'au moment de la chute (donc de l'annulation de la puissance de la course d'élan au niveau de la base du levier, c'est-à-dire au bord de la chaussure) l'extrémité proximale ne se disloque pas comme dans une fracture spiroïde pure; mais elle le fait ventralement et surtout distalement. Le fragment distal se redresse cependant et prête en quelque sorte le flanc au fragment proximal dans lequel il s'encastre.

Cet exposé a essayé d'expliquer que dans ces fractures :

1°) La corticale antérieure a éclaté au niveau du fragment proximal et surtout du fragment distal.

2°) Le fragment distal éclate sous l'action du fragment proximal à cause de la compression et de l'effet de coin qu'exerce ce dernier.

En même temps et surtout dans le fragment distal, la spongieuse est comprimée, ce qui entraîne, après réduction, une persistance de perte de substance. Cette perte de substance doit être prise en considération lors de la mise en oeuvre du traitement si l'on veut obtenir une consolidation dans des délais normaux et sans risque de déplacement secondaire.

C.- Conditions de rupture du tendon d'Achille.

Trois théories différentes, mais nous semble-t-il complémentaires, essaient d'expliquer le mécanisme de ruptures du tendon d'Achille.

Théorie vasculaire :

De l'étude de la vascularisation du tendon d'Achille, il ressort que la zone la moins vascularisée correspond au segment de rupture habituel (entre deux et six cm de l'insertion calcanéenne, dans le segment le plus rétréci du tendon).

Théorie dégénérative :

C'est la théorie la plus couramment admise; elle repose sur des prélèvements anatomo-pathologiques. Les ruptures surviendraient sur un tendon déjà remanié. La substance fondamentale des fibres atteintes se creuse de vacuoles, devient homogène et ébauche des formations pseudo-kystiques. Cette altération de la substance fondamentale entraînerait une différenciation des fibres et une dégénérescence fibrinoïde, mucoïde ou hyaline. L'origine de ces lésions se trouverait dans un trouble du métabolisme au niveau de la membrane inter-fibrillaire qui conditionne les échanges entre le tendon et le milieu extérieur.

Théorie mécaniste :

C'est la théorie la plus ancienne, déjà décrite par Ambroise PARE. Le muscle et le tendon seraient littéralement victimes d'un automatisme trompé, c'est-à-dire une contraction contrariée des muscles du mollet se heurtant à une résistance anormale au niveau du pied. Lors des accidents d'hyper-flexion en ski, cette lésion est la rançon du blocage du pied dans la talonnière du ski.

D.- Forces appliquées sur le col de l'astragale.

La force traumatisante s'exerce de bas en haut sur l'avant pied et la réaction se fait de haut en bas sur le calcanéum par l'intermé-

diaire de l'astragale et du pilon tibial. L'astragale va être sollicité en flexion selon son grand axe et la fracture survient au point d'appui constitué par le bord antérieur du pilon tibial.

Ce mécanisme est identique à celui de la rupture d'une poutre dont une des extrémités est fixée alors que l'autre est sollicitée en flexion. La rupture se fait toujours à la jonction entre partie mobile et partie fixe.

Lors des mouvements de flexion, une face de la poutre subit un étirement alors que l'autre face subit des forces de compression.

On peut assimiler le pied à une poutre. Une partie fixe comprend le corps de l'astragale bloqué entre la mortaise et le calcanéum par la contraction musculaire au moment où se produit le traumatisme, et une partie mobile comprenant le col de l'astragale et l'avant pied. La limite entre ces deux parties est marquée par le bord antérieur du pilon tibial; c'est donc à ce niveau que va se produire la rupture. Lors de la flexion dorsale forcée, le bord antérieur du pilon tibial vient au contact du col lui-même.

Cette étude montre donc qu'il ne s'agit pas d'un cisaillement vrai par le bord antérieur du pilon tibial comme le prétendait ERICKSON, ni d'un écrasement comme le décrivait BAUDET, théorie reprise par WATSON JONES.

IV.- EQUIPEMENTS DU SKIEUR

Nous évoquerons le problème des chaussures, des vêtements et principalement celui des fixations.

A.- Les chaussures.

- Avant 1940 : la chaussure était molle et ne dépassait pas la cheville en hauteur. Le pied se trouvait ainsi relativement libre à l'intérieur de la chaussure.

- De 1940 à 1954 : les chaussures deviennent plus rigides, la tige est plus haute; il existe souvent un double laçage, la semelle est rigide, le talon enveloppant, avec souvent un laçage postérieur.

- La période moderne : la chaussure de ski moderne solidarise parfaitement le ski et le membre inférieur. Les chaussures à tiges hautes se sont diffusées et le serrage à crochets permet une parfaite tenue du pied dans la chaussure.

Les chaussures injectées se composent de deux parties : une chaussure externe en matière plastique très dure, indéformable, à serrage à crochets; et un chausson interne dont la forme est moulée sur le pied du skieur au moment de l'achat. Cette nouvelle conception de la chaussure de ski permet non seulement une parfaite tenue du pied dans la chaussure et par la même au ski, mais encore un confort beaucoup plus grand que dans les habituelles chaussures à crochets. Elle permet aussi au pied d'avoir un appui postérieur.

B.- Les vêtements.

Les anoraks et les pantalons de ski sont de plus en plus fabriqués à base de produits où la matière synthétique occupe une place importante. Ces vêtements avaient le grand inconvénient d'être glissants et d'augmenter ainsi les risques lors d'une chute dans une pente à pourcentage élevé.

Il semble que ces vêtements glissants aient tendance à disparaître pour être remplacés par des vêtements antidérapants.

C.- Les fixations.

Une meilleure solidarisation de la chaussure avec le ski a apporté une plus grande sécurité au skieur et a fait diminuer considérablement le nombre des accidents.

- Avant 1940 : La fixation étrier ne solidarisait que l'extrémité de la chaussure avec le ski, ce qui permettait au talon de se

soulever à peu près librement.

- De 1940 à 1954 : Durant cette période, les anciennes fixations furent remplacées par un nouveau dispositif avec étriers, câbles ou longues lanières qui limitaient les mouvements d'élévation du talon de la chaussure et arrivaient même à bloquer le talon sur le ski. Il en résultait une impossibilité de flexion dorsale du pied au-delà du jeu normal de la tibio-tarsienne, soit environ 30°.

- La période moderne : Cette période est caractérisée par l'apparition des fixations de sécurité.

Ces fixations ont un double rôle :

- libérer le pied en cas de danger;

- mais aussi maintenir fortement la chaussure sur le ski afin de pouvoir le contrôler au mieux.

La première fixation qui apporta une véritable sécurité aux skieurs fut une fixation à cables escamotables, à tension antérieure. Cette fixation est connue sous le nom de "lift". Les inconvénients de cette fixation provenaient du fait que c'était une fixation à câbles : ces derniers, sous l'effet de nombreux chocs, de la neige, de la glace, de la rouille, ne pouvaient plus coulisser librement dans leurs gouttières; les forces de frottement augmentaient; la tension des câbles se trouvait modifiée et la fixation perdait ainsi son rôle de sécurité.

A partir de 1955, certaines grandes marques : Tirolia en Autriche, Salomon en France, abandonnèrent les premiers les fixations à câbles pour fabriquer les fixations utilisant un système de sécurité à billes. Nous remercions ici la maison Salomon qui a bien voulu nous recevoir et nous expliquer l'évolution qui s'est produite dans la fixation du ski; évolution tendant à apporter une sécurité maxima au skieur.

Les recherches s'orientèrent vers deux sortes de sécurité :

- sécurité lors de la torsion,

- sécurité lors de la chute en avant, c'est-à-dire lors de l'hyper-flexion dorsale du pied.

La sécurité lors de la torsion fut apportée par la butée avant. Depuis 1950, date de la première butée proposée par la maison Marker, de nombreuses améliorations ont été apportées à cette butée. Sans pouvoir ici entrer dans des considérations purement techniques, et expliquer ainsi le fonctionnement des butées, nous pouvons définir comme butée apportant un maximum de sécurité : une butée à mâchoires, possédant un double pivot et étant dotée d'une élasticité verticale, d'une élasticité latérale, d'un point précis de déclenchement et d'un auto-centrage.

La sécurité lors de la chute avant fut apportée par la talonnière. De nombreuses améliorations ont également modifié les talonnières. Dans les premières talonnières à billes, au cours d'efforts violents mais brefs, la fixation avait tendance à s'ouvrir assez facilement. Le skieur serrait alors sa fixation au maximum, faisant disparaître par la même l'effet de sécurité.

Aussi, très rapidement est apparue aux fabricants la nécessité d'une fixation "élastique". C'est une fixation à ressorts qui permet d'amortir un choc non dangereux. A la fin de ce choc, la fixation revient à sa position initiale sans qu'il y ait eu ouverture de la fixation et éjection du pied.

Lorsque le ski est en équilibre entre deux bosses, sous l'effet du poids du corps, il se produit une flexion du ski. Pour une flexion d'amplitude moyenne de 15 cm, du fait de la rigidité actuelle des semelles des chaussures, il se produit une poussée vers l'arrière des talonnières. Celle-ci doit, d'une part fournir une poussée vers l'avant pour assurer une bonne tenue du pied, et d'autre part pouvoir reculer à chaque flexion du ski. Ce recul est de 15 mm pour une flexion de 15 cm d'amplitude. Deux systèmes de ressorts sont nécessaires dans la talonnière pour assurer cette double fonction. S'il y a un ressort unique (raison d'économie adoptée par certaines marques) chaque flexion du ski entraîne une compression du ressort de déclenchement, donc une modification du réglage de la sécurité.

De plus, elle provoque une forte poussée de la chaussure contre la butée antérieure et compromet ainsi son ouverture, particulièrement si celle-ci n'est pas une butée à double pivot.

V.- LES TECHNIQUES DU SKI.

La position du skieur sur ses skis a été différente selon les époques et les écoles. La première méthode fut l'oeuvre de l'autrichien Hanns SCHNEIDER, créateur de la célèbre méthode de l'Arlberg : ce fut le Stembogen. Puis on vit apparaître le Télémark et le Christiania.

Actuellement toutes les écoles enseignent le ski parallèle. Malgré tout il arrive souvent, chez les débutants, que l'un des skis vienne à diverger de sa trace idéale. Il arrive ainsi que l'un des skis prend une position perpendiculaire à l'autre. Cette position est à l'origine des accidents par torsion.

Par contre, dans les chutes antéro-postérieures, le skieur est entraîné en avant quand son ski se bloque : c'est-à-dire dans les conditions d'hyper-flexion dorsale du pied. Pendant longtemps, les skieurs ont cherché la position accroupie, genoux en avant, avec recherche d'avancée. Ainsi J.C. KILLY skiait penché en avant, la tibio-tarsienne en flexion dorsale.

A l'opposé, les skieurs modernes, selon la technique enseignée par JOUBERT et illustrée par son élève P. RUSSEL, ont adopté la position "fesses en arrière", la tibio-tarsienne étant en flexion plantaire.

A titre anecdotique, on peut rappeler l'extraordinaire skieur acrobate Sylvain SAUDAN qui, enchaînant ses virages sur des dénivelés de plusieurs milliers de mètres dans des couloirs réservés à de rares alpinistes, utilisait la même technique "fesses en arrière".

En résumé, l'hyper-flexion dorsale du pied s'observe pour toutes les raisons exposées ci-dessus, avec une plus grande fréquence chez les skieurs modernes dont le talon est solidarisé avec le ski.

III - NATURE DES LESIONS.

Nous étudierons d'abord les lésions par hyper-flexion dorsale pure, puis nous évoquerons les lésions provoquées par un mécanisme mixte de flexion et de torsion.

HYPER-FLEXION DORSALE PURE.

Toutes les statistiques ont montré que la répartition des lésions était différente selon l'âge des blessés.

Ainsi nous sommes amenés à étudier ces lésions dans les trois catégories d'âge suivant :

A) Chez l'enfant et l'adolescent jusqu'à 16 ans.

B) L'adulte jusqu'à 30 ans.

C) L'adulte après 30 ans.

A.- Les lésions chez l'enfant et l'adolescent jusqu'à 16 ans.

La lésion caractéristique de cette catégorie d'âge est la fracture sus-épiphysaire transversale basse.

C'est une fracture extra-articulaire de l'extrémité inférieure du tibia.

Elle siège à moins de 6 cm de l'extrémité inférieure du tibia.

C'est une fracture complète ou incomplète. Le plus souvent il n'y a pas de déplacement, mais on peut voir un déplacement modéré ou important. On peut également voir un déplacement par angulation latérale des deux fragments.

Lors de ces accidents, la corticale antérieure est tassée. Après réduction, il persiste une perte de substance osseuse antérieure, source de déplacements secondaires. Cette perte de substance entraînera la nécessité d'une sanction thérapeutique chirurgicale.

B.- Les lésions chez l'adulte jeune jusqu'à 30 ans.

1°.- Les fractures transversales basses dites "de la chaussure".

Ce sont ces fractures dont le siège se situe à 2 ou 3 cm au-dessus des fractures sus-épiphysaires transversales basses, c'est-à-dire que le trait siège entre 8 et 10 cm au-dessus de l'articulation tibio-tarsienne. Le trait tibial est transversal, souvent unique, mais parfois il peut être communitif.

Le trait tibial est souvent accompagné d'un trait péronier au même niveau ou un peu au-dessus. C'est une fracture instable qui a tendance à se déplacer en valgus et en translation externe, avec souvent un petit degré de flessum.

2°.- Les fractures du pilon tibial.

Ces fractures ont été décrites pour la première fois par DESTOT en 1911 à Lyon. Depuis, elles ont fait l'objet de très nombreux travaux parmi lesquels il faut citer deux de TROJAN à Vienne, et ceux de l'école de MERLE d'AUBIGNE à Paris. Nous nous reporterons pour l'étude de ces fractures principalement au rapport de GAY et EVRARD en 1963 à la Société Française d'Orthopédie et de Traumatologie et aux différentes communications qui ont été faites lors du Congrès de Traumatologie du Ski de Garmish Partenkirchen en 1970, Congrès dont le sujet principal était les fractures du pilon tibial lors des accidents de ski.

Avec GAY et EVRARD, nous définirons ces fractures comme "toutes les fractures qui intéressent l'extrémité inférieure du tibia et sa surface articulaire dans son plafond, en éliminant les fractures de la malléole interne".

Dans le cadre de l'étude des fractures par hyper-flexion dorsale du pied, nous éliminerons les fractures marginales postérieures pour n'étudier que les fractures marginales antérieures, les fractures supra-malléolaires à propagation articulaire, enfin les fractures sagittales.

A.- Les fractures marginales antérieures.

1°.- Le trait de fracture

Le fragment le plus susceptible de se détacher comporte le tubercule antérieur du tibia, le rebord marginal antérieur de la malléole interne : c'est donc un fragment tuberculo-margino-malléolaire en forme de coin, à base articulaire et à sommet remontant plus ou moins haut sur la diaphyse.

a)- Les fractures tuberculo-margino-malléolaires.

De ce trait de base vont dériver, par apparition du trait de refend, un certain nombre de variétés de fractures marginales antérieures.

Type I à fragment unique : le trait, né de la partie antérieure du fond de la gouttière péronière, contourne le tubercule antérieur à 1 ou 2 cm de l'interligne et décrit ensuite un trajet en V inversé, sur la face antérieure du pilon dont le point culminant se situe à 3 ou 4 cm du rebord articulaire. Le trait coupe ensuite le bord interne du tibia à 2 ou 4 cm au-dessus de la pointe de la malléole et va par un trajet presque vertical atteindre la face articulaire après avoir contourné le bord postérieur de la malléole interne. Par un trajet intra-articulaire, légèrement convexe vers l'avant, il rejoint alors son point de départ externe.

Type II à deux fragments : le plus souvent, au trait fondamental précédent, va être associé un trait de refend sagittal dédoublant l'écaille en deux fragments latéraux. Ce trait de refend peut être interne externe ou médian.

Type III à trois fragments ou plus : des traits verticaux re-

fendent le fragment marginal antérieur en trois, rarement en davantage de fragments.

b)- Les fractures marginales antérieures partielles :

La fracture n'emprunte qu'en partie le trajet du trait fondamental, ne détachant plus qu'une moitié du rebord marginal antérieur.

2°.- Les lésions associées.

Très souvent, il existe des petits éclats articulaires enfoncés dans le tissu voisin, surtout dans les fractures du type II ou III.

Déplacement des fragments : il se produit en général un déplacement en haut et en avant du fragment détaché qui paraît subir une rotation autour de son point de séparation d'avec la métaphyse.

Déplacement du pied : le déplacement des fragments vers l'avant n'entraîne pas automatiquement de déplacement antérieur de l'astragale. Dans 2/3 des cas, il se produit un déplacement antérieur du pied (ce terme est préférable à celui de subluxation, car l'astragale ne perd pas complètement contact avec le plafond de la mortaise tibio-péronière).

Fracture du péroné : elle est retrouvée dans 1/3 des cas.

B.- Les fractures supra-malléolaires à propagation articulaire.

1°.- Les fractures supra-articulaires à trait de refend : peuvent être des fractures transversales basses qui décrochent un trait de refend vers le plafond de la tibio-tarsienne. Ce peuvent encore être des fractures supra-malléolaires obliques ou enfin des fractures spiroïdes longues de jambe qui émettent un trait vers le bas. Au cours de ces fractures, le toit de la mortaise est peu démoli.

2°.- Les fractures supra-malléolaires à terminaison articulaire : il s'agit de fractures obliques ou spiroïdes dont le trait, avant d'avoir terminé sa course, est interrompu par sa pénétration dans l'in-

terligne tibio-tarsienne.Ici on conçoit, qu'au contraire, le pilon tibial est profondément bouleversé.

C.- Les fractures sagittales.

Elles sont très rares : il s'agit de fractures qui fendent le pilon tibial d'un bord à l'autre dans un plan exactement sagittal.

3°.- Erosion et fracture du col de l'astragale.

Nous nous reporterons à la classification de WATSON JONES, reprise par MERLE d'AUBIGNE et plus récemment par JULLIARD.

1° Degré : c'est une fracture sans déplacement ou avec un déplacement minime : les ligaments sont respectés. Les deux fragments sont en contact, mais il y a parfois une légère dénivellation des bords supérieurs.

2° Degré : il s'agit d'une fracture avec luxation sous-astragalienne. Le trait de fracture s'étend du col de l'astragale aux ligaments de la partie postérieure de l'articulation sous-astragalienne. Dans ces conditions, le ligament inter-osseux est rompu ou désinséré. Mais les ligaments malléolo-astragaliens sont intacts; le pied subit alors une luxation en avant sur le corps astragalien, et la tension des ligaments tibio-péroniers place l'astragale en équinisme.

3° Degré : tous les ligaments sont rompus, ce qui entraîne une véritable énucléation du corps de l'astragale "mobile comme la roulette d'un grelot" (DESTOT).

C.- Les lésions chez l'adulte après 30 ans.

Nous retrouvons les mêmes lésions que dans le chapitre précédent, c'est-à-dire les fractures transversales basses, les fractures du pilon tibial que nous avons étudiées, les fractures du col de l'astragale. Mais en plus, nous trouvons la rupture du tendon d'Achille. La rupture

se produit de 2 à 6 cm de l'insertion calcanéenne, dans le segment le plus rétréci du tendon. Elle est habituellement totale. Les ruptures partielles sont rares. La rupture n'est jamais franche, mais elle est toujours composée de fibres effilochées, dilacérées, qu'il est difficile de réunir; les deux extrémités laissent un écart de plusieurs centimètres (2 à 6) occupé par un hématome puis par une masse gélatineuse qui s'organise peu à peu aboutissant à une formation jaunâtre, tigrée, de la taille d'un petit oeuf; puis à un tissu de cicatrice volumineux semblant allonger le tendon. La gaine est toujours oedématiée et enflée.

Pour mémoire, il faut citer l'arrachement osseux de l'insertion calcanéenne du tendon d'Achille.

LESIONS PROVOQUEES PAR UN MECANISME MIXTE DE FLEXION ET DE TORSION.

Elles sont de plus en plus fréquentes, et leur développement est parallèle à celui des lésions par flexion dorsale pure. Il est facile de concevoir, et de constater, que la chute en avant pure dans le plan du ski, est théoriquement rare. Le plus souvent, le corps projeté vers l'avant s'incline latéralement, avec un angle variable. La torsion est donc associée à la flexion dorsale.

Suivant l'âge du skieur, la résistance de son squelette, le moment du lachage des dispositifs de sécurité en flexion ou en torsion, on observera des lésions typiques de ce double mécanisme.

- Chez l'adolescent : la fracture transversale basse sus-épiphysaire inclinera son trait en dedans ou en dehors.

- Chez l'adulte, on observera :

1°.- Des fractures spiroïdes basses, irradiées au pilon tibial, entraînant parfois un diastasis.

2°.- Des fractures du pilon tibial avec trait principal incliné latéralement.

3°.- Des fractures par éclatement du pilon tibial associées à une fracture spiroïde.

3°.- Des fractures spiroïdes multifragmentaires avec trait péronier (souvent multifragmentaire) en regard du trait tibial.

Ces fractures sont à l'origine des fractures spiroïdes banales, mais au cours de la chute qui suit ou accompagne la fracture spiroïde, il se produit une flexion de la jambe. Les fragments en biseau simple éclatent, deviennent multifragmentaires.

Ce mécanisme est à l'origine de la plupart des fractures multifragmentaires de jambe, caractéristique des chutes à grande vitesse.

IV - PREVENTION ET SECURITE.

La pratique du ski a bénéficié depuis 40 ans d'une prodigieuse extension. Le nombre des participants croit chaque année de 10 %. Une statistique comparative entre 1939 et 1960 a montré que les risques d'accidents avaient diminué de 15 fois. Des travaux effectués par MM. TRUCHET et CABAUD ont établi qu'en 1965, il y avait un blessé pour 2.280 km parcourus alors qu'en 1968, il n'y en avait qu'un pour 3.456 km. Nous ne ferons pas une étude complète de tous les éléments intervenant dans la diminution globale du risque. Nous ne retiendrons que les éléments de sécurité susceptibles de diminuer les risques d'accidents par hyper-flexion dorsale.

Ces éléments sont : le matériel, la neige et les pistes, la technique et enfin le skieur lui-même.

A.- LE MATERIEL

La chaussure moderne de ski se présente comme une chaussure à tige haute avec serrage à crochets. Elle permet une solidarité parfaite du ski et du membre inférieur. Les chaussures injectées augmentent cette solidarisation et apportent un confort supplémentaire. La chaussure de ski s'apparente pratiquement à une arthrodèse tibio-tarsienne (FRANCK). Il paraît évident qu'étant donné la relative faiblesse musculaire des tous jeunes enfants, on ne puisse leur recommander l'utilisation des chaussures à tige haute.

La fixation.

Actuellement, pratiquement tous les skis sont équipés de fixations de sécurité. Seuls les skis jouets des tous jeunes enfants en sont la plupart du temps dépourvus.

Nous avons étudié dans un chapitre précédent les caractéristiques d'une bonne fixation qui, rappelons-le, doit avoir un lachage en flexion et un lachage en torsion. Mais il faut bien se souvenir qu'une fixation mal réglée est au moins aussi dangereuse que l'absence de fixation de sécurité.

Une fixation de sécurité devrait être réglée en fonction, non seulement du poids du skieur mais encore en fonction de sa force musculaire. Le réglage de la fixation devrait être vérifié régulièrement et non pas seulement lors de l'achat de la paire de skis, comme cela se produit hélas trop souvent.

Ce n'est qu'avec un matériel parfaitement approprié et parfaitement entretenu que l'on réduira le nombre et la gravité des accidents.

B.- LA NEIGE ET LES PISTES.

La neige lourde et la neige mouillée favorisent les décélérations brutales et les chutes en avant. Cette neige se rencontre surtout en début de saison dans les stations de basse altitude, mais en général, le skieur est averti de la mauvaise qualité de la neige et fait attention à ne point se laisser aller à des vitesses trop grandes. Mais il est des cas où le skieur est brutalement aux prises avec cette neige lourde. Cela se produit au printemps lorsque, suivant les brusques variations des conditions atmosphériques, l'état de la neige change très rapidement en quelques dizaines de mètres seulement. Là où le skieur avait trouvé une neige douce lors de la descente précédente, il arrive très rapidement dans une neige lourde où les coups de frein sont aussi dangereux qu'inattendus. Ces chutes en avant se produisent aussi avec une grande fréquence lorsqu'un skieur peu expérimenté quitte à grande vitesse la piste parfaitement damée pour s'enfoncer dans la neige vierge. Là encore, il se produit une décélération brutale; le corps est projeté en avant entraînant les lésions étudiées auparavant.

Si la qualité de la neige est très importante dans l'étiologie des accidents d'hyper-flexion dorsale du pied, il ne faut pas oublier

de parler du terrain qui va être recouvert par ce tapis blanc. En effet, les accidents sont trois fois moins nombreux dans les stations où les pistes sont bien entretenues que dans les autres. Rien n'est plus dangereux qu'une souche ou qu'un rocher se trouvant en pleine piste et recouvert par une fine pellicule de neige.

Nous devons cependant dire que depuis quelques années, de la plus grande à la plus petite, toutes les stations ont fait de gros efforts pour aménager les pistes. Durant la belle saison, des buldozers rabotent les bosses, arrachent les souches transformant les anciennes pistes semées de difficultés en de véritables boulevards au désespoir des bons skieurs, mais au grand plaisir des skieurs moyens beaucoup plus nombreux il est vrai.

Il nous faut donc, en conclusion de ce paragraphe, recommander la plus grande prudence au skieur surtout lorsque l'état de la neige n'est pas bon. Le skieur devra enfin toujours rester maître de sa vitesse.

C.- LA TECHNIQUE.

La méthode moderne de JOUBERT, technique dite des "fesses en arrière" maintient la tibio-tarsienne en flexion plantaire, prévenant par là même les lésions de flexion dorsale.

Le skieur lui-même.

Nous ne saurions trop insister sur la condition physique du skieur.

Toutes les statistiques montrent que la majorité des accidents se produisent :

- lors d'un séjour : les trois premiers jours, surtout le premier, le troisième et le dernier jour.
- lors d'une journée : avant 11 h. du matin et après 16 h.

Un travail portant sur 66 accidents a montré que 61 s'étaient produits alors que le skieur ne s'était pas échauffé ou qu'il avait

froid. 21 accidents s'étaient produits lors de la première descente.

Rien n'est plus dangereux que de se lancer à toute vitesse dans une descente alors que l'on vient de passer une nuit dans un train surchauffé ou que l'on a fait plusieurs centaines de kilomètres en voiture.

La préparation physique avant le séjour aux sports d'hiver est de première importance. Aussi nous ne pouvons que conseiller les séances de gymnastique préparatoire ou quand cela est possible deux ou trois heures de marche en terrain accidenté les deux dimanches qui précèdent la première sortie de ski. On peut y adjoindre la vitaminothérapie B et C.

On constate une régression de la vie nocturne dans les stations. Beaucoup de skieurs considèrent que leurs vacances d'hiver sont des vacances sportives et ont bien compris l'intérêt de posséder une bonne condition physique pour skier en toute sécurité.

C O N C L U S I O N S

Nous étudions dans ce travail, les lésions par accidents de ski consécutives à un mouvement d'hyper-flexion dorsale du pied.

Ce mécanisme est favorisé par certains équipements qui solidarisent le talon de la chaussure avec le ski.

Nous étudions l'anatomie du pilon tibial, de la tibio-tarsienne; de l'astragale, du tendon d'Achille.

Nous décrivons les mouvements imposés au squelette jambier et au pied dans les chutes en avant du skieur.

Les lésions observées typiques du mécanisme d'hyper-flexion dorsale du pied sont :

- chez l'enfant : la fracture transversale basse de jambe.
- chez l'adulte jeune : la fracture transversale de jambe au 1/4 inférieur,
  la fracture marginale antérieure du pilon tibial,
  la fracture du col de l'astragale.
- chez l'adulte de plus de 30 ans : en plus des lésions déjà citées, nous trouvons la rupture du tendon d'Achille.

D'autres lésions relèvent d'un mécanisme associé d'hyper-flexion dorsale du pied et de torsion : ce sont les fractures spiroïdes

de jambe associées à une fracture du pilon tibial; les fractures sus-épiphysaires de l'enfant avec inclinaison latérale; les fractures multi-fragmentaires provoquées par un mécanisme en deux temps, torsion puis flexion.

Nous envisageons enfin la prévention de ces accidents.

VU : Le Président de la Thèse

F. CALAS

VU et Permis d'Imprimer
Grenoble, le 24 Avril 1973
LE DOYEN DE LA FACULTE

G. CABANEL

B I B L I O G R A P H I E

1 .- ALLARIA A.

Frequenza e natura della lesioni da ski.
Rapport J.I.T.S., Mai 1954.
Fratture lussazioni della tibiotarsica da ski.
Rapport J.I.T.S., 1958.

2 .- ALMS M.

Fracture mechanics.
J. Bone, J. Surgery, 1961, 43 B 1, p. 162-168.

3 .- ANDRE J.

Etude sur des accidents de ski.
Cinésiologie, 1967, 3.

4 .- ASANG E.

Typische Skiverletzungen, statistik.
Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

5 .- ASANG E., SCHMID E.

Typische skiportverletzungen und sicherheitslunding.
München Med. Wschr., 1966, 108, p. 2064-2071.

6 .- AUFRANC E.

Fracture of the talus.
J.A.M.A., 1961, 8, p. 698-701.

7 .- BAILLOU J.

Les risques de la pratique de ski.
Médecine du Sport, 1969, 43, N° 1, p. 21-29.

8 .- BANDI W.

Zur mechanik der seyra malleolaren interartikuleren schienbeinbuck des skifahrers.
Rapport au 9è Congrès International de Traumatologie du Ski, Garmish, Gartenkuchen, 1970, p. 74-82.

9 .- BARBE P.

Hématomes et ruptures traumatiques du muscle grand droit de l'abdomen.

Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

10.- BARBIER L. et CARLE J.

Les fractures de jambe consécutives au Ski et leur traitement.

Revue Ortho., 1944, 30, n° 5-6, p. 148-60.

11.- BATZNER K.

Verletzungen beni skilauf.

Dtsch. Med. Wschr., 1957, 8, 2, p. 276-280.

12.- BELLONI C.

Contributo alla sicurezza dello skiatore (modifiche alle communi attrezzature).

Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

13.- BENNASY J.

Ruptures musculaires et tendineuses.

Revue du Praticien, 1957, Tome VII, n° 19, p. 2075-2079.

14.- BEZES H., BOCCHIO B., JULLIARD J., NEVES D.

153 ostéosynthèses du tibia par plaque vissée par fracture diaphysaire de jambe, par accident de ski.

Journal Chirurgie Paris, Septembre 1971, 102, N° 3, p.201-215.

15.- BEZES H. et coll.

Bilan des accidents de ski traités au cours des deux dernières saisons d'hiver du "Service d'Urgence et de Traumatologie" de l'Hôpital Sud de Grenoble.

Revue C.H.U., Septembre-Octobre 1970, n° 15, p. 39-48.

16.- BIANCHI

Réflexions on 480 fractures.

Minerva Orthopedica, 1970, 21, 6, 7, p. 417-421.

17.- BIENEL K. und BOLLAG H.R.

Lateralität von skiverletzungen der beine.

Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

18.- BOCCANERA L. et SOLVOGNI A.
La fratture isolata del terso malleolo.
Chir. Org. Novim., 1961, 494, p. 316-319.

19.- BOLLAG H.
Lateralitätsprobleme bei skiverletzungen der beine.
Schweiz R. Sportmed., 1968, 16, p. 23-39.

20.- BONNET-EYMARD J.
Les accidents de ski.
Thèse de Médecine, Grenoble, 1971.

21.- BONNET H. et MAUROIS G.
Ski à la Française.
Ed. Denoel, Paris, 1964.

22.- BONNETON G., BALLY M.
Les lésions traumatiques vasculaires et ostéoarticulaires associées du membre inférieur et leur traitement chirurgical.
Grenoble Médico-Chirurgical, Décembre 1970, VIII, 20, p. 41-52.

23.- BONNIER P.
Les fractures du pilon tibial, étude anatomochimique et thérapeutique.
Thèse Lyon, 1961.

24.- BOURDIN, TRUCHET M.
Les fractures de jambe en particulier par accident de ski.
Thèse Lyon, 1949.

25.- BRAINE J., GOURY C.
Les accidents de ski.
Presse Médicale, 1939, n° 9, p. 153-156
n°14, p. 263-266.

26.- BUCHER H., von
Veber des einflure von sicherheitsbindungen auf skiunfälle.
Schweiz R. Sportmed., 1965, 13, p. 121-162.

27.- BURKEBILLE R.D.
Stress fracture of the tibia in children.
Amer. Journ. Roentgenal, Mars 1964, 3, p. 588-596.

28.- BUTEL J., WITVOET J.
Les fractures et luxations de l'astragale.
Revue de Chir. Orthopédique, Septembre 1967, 53, 6, p.494-624.

29.- CABANAC J. et MAGNIN J.R.
Panorama des traumatismes au cours de la pratique du ski.
Vie Médicale, Février 1967, p. 185-189.

30.- CABAUD M.
Evolution des lésions traumatiques dues au ski au cours des trente dernières années.
Thèse, Lyon, 1969.

31.- CABONI H.
La rupture du tendon d'Achille.
Concours Médical, Juillet 1968, 90, 28, p. 5439-5440.

32.- CAUCHOIX J., DEBAUGE A.
Les fractures diaphysaires de jambe.
Encyclopédie Médico-Chirurgicale, 1966, Appareil Locomoteur, 1, 14 061 A 10, p. 1-17.

33.- CAUCHOIX J., DUPARC J. et VAYRE P.
Les fractures malléolaires consécutives aux accidents de ski.
Revue du Praticien, 1961, XI, p. 3287-3307.

34.- CLETCHER J.
Management of ski Injuries of the Leg.
General Practitioner, 1968, 38, p. 78-93.

35.- CLOSE J.R.
Some applications of the functionnal anatomy of the ankle point.
J. Bone, J. Surgery, 1956, 38 A 4, p. 761-765.

36.- COLTARD W.D.
"Aviator's astragalus".
J. Bone, J. Surgery, Nov. 1952, 34 B 1, p. 545-566.

37.- COX F.J., LAXON W.
Fractures about the ankle point.
Amer. Jour. Surgery, 1952, 83, p. 674-680.

38.- CROCHET P.
Contribution à l'étude des fractures du pilon tibial.
Thèse, Lyon, 1957.

39.- DECOULX P., RAZEMAR J.P.
Ostéonécrose post-traumatique de l'astragale.
Acta Orthopedica Belgica, 1959, 25, p. 759-777.

40.- DECOULX P., DUCLOUX H., DOYONT M.
Les fractures bifocales de jambe.
Acta orthopedica Belgica, Juillet-Août 1963, 23, n° 6,
p. 628-640.

41.- DECOULX P., RAZEMAR J.P., ROUSSELLE Y.
Fractures du pilon tibial.
Rev. Chi. Orth., 1961, 47, 5, p. 563-584.

42.- DELAINE J., MIGNAT, PAYEN J., ROUSSEL A.
Lésions dégénératives des tissus tendineux et aponévrotiques.
Presse Médicale, 1945, n° 30, p. 607-610.

43.- DEPREUX
Vascularisation artérielle de l'astragale.
Lille chirurgical, Juillet-Octobre 1963, 18, p. 188-194.

44.- DESCHWANDEN J., von; DESCHXANDEN P. von; und ZURCHER W.
Unbekannte sowie atypische Frakturen des Talus beim skifahren.
Helv. Chir. Acta, déc. 1969, 36, p. 625-633.

45.- DESTRAT E.
Traumatisme du pied et rayon X.
Masson Editeur, 2è édition, 1937.

46.- EARLE A.S.
Ski injuries.
J.A.M.A. 1962, 180, p. 285-287.
J.A.M.A. 1965, 192, p. 1094-1097.

47.- ERSKINE L.
The Mechanisms Involved in Skiing Injuries.
Amer. Jour. of Surgery, 1959, 97, p. 667-671.

48.- ESTEVE A.
Ruptures et plaies du tendon d'Achille.
Encyclopédie Médico-Chirurgicale, 1966, appareil locomoteur III, 15 725 A 10, p. 1-8.

49.- FANCO J.
Le ski.
Presse Université France, Paris, 1967.

50.- FIEVET A.
Les fractures de l'astragale.
Thèse Lille, 1967, n° 54.

51.- FIGUERAS J.
L'influence de la chaussure de ski et de la fixation de sécurité dans les fractures du pilon tibial.
Rapport au 9è Congrès International de Traumatologie du Ski, Garmish Partenkirchen, 1970, p. 83-84.

52.- FLORA G.
Erstversorgung vonskiverletzungen am Unfallort im Wandel der letzten Jahrzehnte.
Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

53.- FLORENT J.
Fractures du cou-de-pied.
Encyclopédie Médico-Chirurgicale, 1968, Appareil locomoteur I, 14 061, C 10 1, 8; C 20 1, 16; C 30 1, 4.

54.- FOURQUET D.
Contribution à l'étude des fractures du pilon tibial.
Thèse, Paris, 1959, n° 823.

55.- GARREL J.F., SAUCIER T., SUAUDEAU J.J.
Etude analytique de 445 fractures malléolaires.
Grenoble Médico-Chirurgical, Avril 1967, V n° 4, p.187-193.

56.- GAY Y. et EVRARD.
Fractures extra-articulaires du quart de la jambe.
Journal de Chirurgie, 1963, 85, 1, p. 61-76.

57.- GAY Y. et EVRARD.
Les fractures récentes du pilon tibial chez l'adulte.
Revue de Chir. Orthopédique, Juillet-Août 1963, 49, n° 4, p. 397-512.

58.- GENETY Y.
La tendinite et la rupture du tendon d'Achille.
Cahiers Médicaux Lyonnais, Avril 1972, 48, 15, p. 1639-1644.

59.- GRANJON P. et AULNESPY P.
A propos des fractures de l'astragale.
Lyon Chirurgical, Mars 1954, 49-4, p. 458-462.

60.- GRAS J.C., CHARACHON, PIAGET F.
A propos d'un cas d'écrasement du larynx par accident de ski.
Grenoble Médico-Chirurgical, Janvier 1969, VII, n° 1, p.23-29.

61.- GRUENAGEL H.
Haüfigküt und Verteilung von Skiverletzungen aus dem Schwarzwad.
Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

62.- GRUENAGEL H.H., ADLOFF A.
Skiverletzungen der unteren Extremitat in Hinblick auf Sicherheirtslunding und schuhwerk.
Dtsch. Med. Wschr., 1963, 14, p. 711-714.

63.- GRUENAGEL et CALL.
Ski Injuries of the lower extremities with reference to safety binding in shoes.
Dtsch. Med. Wschr., Avril 1963, 88, p. 711-714.

64.- GUILLET R.
Les ruptures du tendon d'Achille chez le sportif.
Communication à la Société Lyonnaise de Médecine Sportive, 1964, 1965.

65.- HARWOCD M. and STRANGE G.
Orthopedic Aspects and Safety Factors in Snow Skiing.
New-York Jour. of Med., 1966, 66, p. 2899-2907.

66.- HEGI F., DEL PEDRO P. et CACHOT M.
Traumatologie du Ski et fixations de sécurité.
Revue Méd. Suisse Romande, 1967, 87, p.878-890.

67.- HENNING H.
Skistoschverletzungen der orbita mit vertstechter Beteiligun der Naseenebenholen.
Arch. Orth. Nas U Kehh Heilk, 1956, 170, 1, p. 6072.

68.- HERBERT J., PAILLOT J.
Certaines fractures de l'extrémité inférieure du tibia et rôle des nouvelles chaussures de ski.
Lyon Chirurgical, 1963, 59, p. 406-409.

69.- HOHMANN G.
Les lésions traumatiques de l'épiphyse tibiale inférieure et les conséquences.
Rev. Orth., 1950, 36, 6, p. 490.

70.- IMBERT et CHIPPAUX.
A propos des fractures de l'astragale.
Revue de chirurgie orthopédique, Mars 1950, 44, n° 1, p.106.

71.- JACKOS R.W. Mac Nob I
Fractures of the shoft of the tibia.
Amer. Jour. Surgery, 97, 5, p. 543-557.

72.- JOHNERT
Tranverse boot top fractures a typicol new form of louver fracture leg.
Schweiz Med. Wschr., 2 mars 1963, 93, p. 374-378.

73.- JOUBERT G. et VUARNET J.
Comment se perfectionner à ski.
Arthaud Grenoble, 1966.

74.- JUDET R.
Le point sur les fractures de ski.
Tribune Médicale, 20 février 1971, 3.

75.- JUDET R., JUDET J., LETOURNEL F. et RIGAULT P.
A propos des ruptures du tendon d'Achille.
Mémoire à l'Académie de Chirurgie, 20 février Atlas 1963, tome 89, n° 9, 10, p. 298-301.

76.- JULLIARD A.
Les lésions traumatiques récentes de l'astragale à propos de 48 Cas.
Annales de Chirurgie, Novembre 1961, 15, n° 2122,p.1445-1462.

77.- KLEIGU B.
The Mechanism of ankle Injuries.
J. Bone, J. Surgery, 1950, 38 A 1, p. 59-61.

78.- KRAUS H.
Prévention and Treatment of ski injuries.
J.A.M.A., 1959, 169, p. 1414-1419.

79.- KRISTENSEN T.B.
Fractures of the ankle.
Arch. Sung., 1956, 73, 1, p. 112-121.

80.- LATARJET M.
Fractures de jambe au tiers inférieur par accident de ski.
La chaussure "haute-tige", est-elle responsable?
Lyon Chir., 1963, 59, p. 409-415.

81.- LAUGE et HANSEN N.
Fractures of the ankle pronation dorseflexion fractures.
Arch. Surg., 1953, 67, 6, p. 813-820.

82.- LECLERC G. et MOINE C.J.
Les entorses de la tibio-tarsienne.
Encyclopédie Médico-Chirurgicale II, 14 097 A 10 1,8.

83.- LECOURT P.M.
La pathologie des Sports d'Hiver.
Thèse, Paris, 1963, n° 481.

84.- LEDOUX P., LEBORD G. et COQUET.
Les fractures de fatigue.
Progrès Médical, 1966, n° 14, p. 661.

85.- LEIDHOLT J.
Biomechanics of ankle Injuries in Skiing as Related to Release Bindings.
Surg. Clinics of N. America, 1963, 43, p. 363-365.

86.- LEBIERNE J.
Pathologie du pied.
Masson Editeur, Paris, 1961.

87.- LETURQUE J.M.
Fréquence et prévention des accidents de ski.
Thèse, Lyon, 1959.

88.- LINDEN W. von der;
The skier's boot top fracture Rising incidence.
Acta Orthop. Scand., 1969, 40, p. 797-806.

89.- LUNN A.
Histoire du ski.
1 volume, Paris 1953, Payot.

90.- MAGNIN J.
Les accidents de ski en général.
Thèse, Lyon, 1949.

91.- MARTIN P., ROY, CAMILLE R.
Fractures de ski en 1971.
Vie Médicale, 30 octobre 1971, 1, p. 3491-3502.

92.- MARTINEZ C.
Fractures malléolaires.
Thèse Toulouse, 1962.

93.- Mc INTYRE J.
Skiing Injuries.
Canadian Med. Ass. Jour., 1963, 88, p. 602-605.

94.- MAURANGES P.
Les accidents de ski et leur prévention.
Semaine Méd., 1969, 45, n° 2, p. 33-34.

95.- MERLE D'AUBIGNE R.
Fractures articulaires du cou-de-pied.
Nouveau Précis de pathologie chirurgicale, Masson Editeur
Paris, 1958, 1, 65, 2.

96.- MEYER A.
Aetialogesche probleme typische skisportverletzungen.
Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

97.- MORITZ J.R.
Ski Injuries.
Amer. Jour. Surgery, 1959, 98, 3, p. 493-522.

98.- MULLER, LIMRODT
Zweckmassige beklüdung fün der skilaüfen.
Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

99 .- NOACK A.
Bestehen beim Welt kamyf im ski Langlauf für der Frau Grefahren der Vberslestung?
Supp. Deutsche Med. Wschr., 9 décembre 1955, Arst un sport p. 33-36.

100.- OLIVIER C.L., LANGUEGEN A.
Rupture du tendon d'Achille.
Encyclopédie Médico-Chirurgicale, 1966, Appareil locomoteur II, 14 092 A 10, p. 1-10.

101.- PATURET G.
Traité d'Anatomie Humaine.
Masson Editeur, Paris, Tome II, Membres supérieur et inférieur.

102.- PERISSEL J.
Fractures de ski et fixations de sécurité.
Méd. Educ. Phys. et sport., 1959, n° 1, p. 31-35.

103.- PERKINGS G.
The value of knowing the direction and nature of the force causing a fracture.
J. Bone, J. Surgery, 1956, 38 B, 1, p. 227-229.

104.- POMMIER J.
Les fractures du pilon tibial.
Thèse Médecine, Lyon, 1961, n° 70.

105.- POUJAL S.
Du pied forcé aux fractures de surcharge.
Mémoire C.E.S. Electroradiologie, Paris, 1956.

106.- QUENU E.
Etude critique sur les fractures du cou-de-pied.
Revue de chirurgie, 1912, XLI,1.211, p. 416-560.

107.- RABISCHONG
Rôle biomécanique des points composites des muscles.
Revue de chirurgie, 1965, V, n° 5, p. 439-443.

108.- RAY A.
Fractures de l'astragale.
Revue de chirurgie Orthopédique, Avril-Mai 1967, 53, 4, p. 279-294.

109.- RIEUNNAU G., SOUQUET R., GAY R., MARTINEZ C.
Fractures malléolaires.
Revue de Chirurgie Orthopédique, Septembre-Octobre 1963, 49, 5, p. 601-622.

110.- ROUSSELLE Y.
Fractures du pilon tibial.
Thèse Lille, 1961.

111.- ROUX G.
Rupture du tendon d'Achille chez les sportifs.
Thèse Lyon, 1964, n° 18.

112.- SANCHIS, OLMES V., ESCUDERO, PEREZ R.
Fisiopatologica y classification de los lesiones maleolares traumaticas.
Rev. Orto y trauma, 1957, 1, I, p. 125-137.

113.- SCHONBAUER H.R.
Achillessehnenrisse beim Schilaüf.
Munch. Med. Wschr., 1959, 101, p. 1117.

114.- SCIOLI F.
Importanza di un buon attacco e conoscenza del suo meccanismo nella prevenzione delle fratture da ski.
Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

115.- SOEUR R.
Etude biomécanique des fractures diaphysaires.
Lyon chirurgical, 1960, 5, 6, p. 357-364.

116.- SOEUR R.
Les fractures malléolaires.
Acta Orthopedica Belgica : 1961, 27, p. 537-583
1962, 28, p. 226-244
1963, 29, p. 85-99.

117.- SOULIER A.
Fracture du pilon tibial.
Thèse Lille, 1961.

118.- SOUQUET R.
Fractures du cou-de-pied.
Doin Editeur, Paris, 1963.

119.- SPADEMAN R.
Lower-Extremity Injuries as Related to the Use of ski Safety Bindings.
Jour. of the A.M.A., 1968, 203, n° 7, p. 445-50.

120.- SUCKERT R.
Die isolierte Tibiafrakten bei Kindern and Jugendlichen Entstehung und Verhertung.
9è Congrès International de Traumatologie du Ski, Garmish Partenkirchen, 1970, p. 134-137.

121.- TESTUT et LATARJET A.
Traité d'anatomie humaine.
Tome 1, p. 1172.

122.- TRILLAT A.
Les entorses du genou et du cou-de-pied.
Revue du Praticien, 1961, XI, 32, p. 3311-3317.

123.- TRILLAT A.
Les entorses du genou.
Rapport J.I.T.S., 1968.

124.- TRILLAT A.
Les traumatismes du genou dans le sport.
Revue du Praticien, 1957, tome VII, n° 19, p. 2095-2096.

125.- TRUCHET P., CABAUD M.
Traumatismes du ski.
Entretien de Bichat, Chirurgie, 1970, p. 87-90.

126.- TRUCHET P.
Fractures du pilon tibial.
Rapport au 9è Congrès International de Traumatologie du Ski, Garmish Partenkirchen, Avril 1970, p. 69-73.

127.- TRUCHET P.
Urgence en traumatologie du Ski.
Urgence Médicale et Chirurgie, 1970, VII, 1, p. 1-8.

128.- TRUCHET P.

- Diminution du risque des traumatismes des membres inférieurs par utilisation des fixations de sécurité.
Rapport J.I.T.S., 1968.

- La sécurité à ski.
Revue du Praticien, 1961, XI, p. 3357-3364.

- Nature et fréquence des accidents de ski.
Revue du Praticien, 1961, XI, p. 3259-3271.

- Les lésions de ski au cours des trente dernières années.
Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

- Le danger des vêtements glissants en fibre synthétique des skieurs.
Rapport J.I.T.S., Avril 1968.

129.- TRUCHET P.

Accidents de ski.
Revue du Praticien, 1957, tome VII, N° 19, p. 2065-2072.

130.- WATSON, JONES R.

Fractures et lésions articulaires traumatiques.
Adaptation Française après la 4è Edition Anglaise par J.C. ROUSSEL, 1957, I, p. 367-373.

131.- WELLER S.

Die Dislasion im daumengundgelenk als skitraumia.
Deutsche Med. Wschr., 1961, 12, 86, p. 521-534.

132.- WESTLIN N.

Extremitetsskador i relation til bindning och pjaxa.
Läkartidningen, 1970, 67, nr. 13, p. 1457-1461.

- S E R M E N T D' H I P P O C R A T E -

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate.

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les moeurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes Confrères si j'y manque.